

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-191451  
 (43)Date of publication of application : 01.08.1989

(51)Int.CI. H01L 21/92

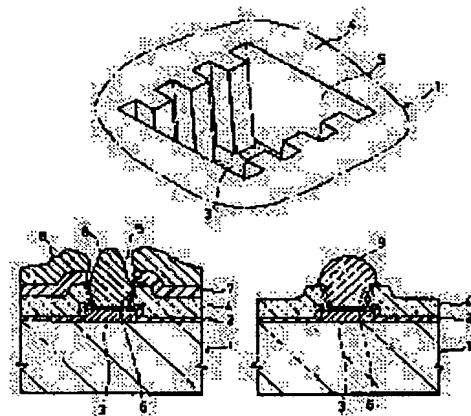
(21)Application number : 63-014435 (71)Applicant : HITACHI LTD  
 (22)Date of filing : 27.01.1988 (72)Inventor : HANABUSA YOSHIAKI  
                                   TAKAHASHI TAKAHIKO  
                                   UDA TAKAYUKI

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the connecting reliability of a CCB bump, by providing a configuration so that the inner periphery length of a contact hole becomes long when a ground film is deposited and formed in the contact hole that is opened and formed in the surface protecting film of a semiconductor wafer and the CCB bump is bonded to the surface.

**CONSTITUTION:** An Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> film 2 is deposited on the surface of a wafer 1. A hole is provided at a specified place by photoresist/etching, and an Al wiring 3 is exposed. Thereafter, a glass protecting film 4 comprising SiO<sub>2</sub> is formed. Then, photoresist having a comb-teeth pattern is deposited on the surface of the glass protecting film 4. Wet etching is performed, and a contact hole 5 is formed. Then, a thin ground film 6 comprising chromium/copper/gold and the like is evaporated on the inner periphery of the hole 5. Thereafter, photoresist is deposited on the surface of the wafer 1. The hole 5 is opened by etching, and the ground film 6 is exposed. A solder film 8 comprising tin and lead is formed. The photoresist 7 and the unnecessary solder film 8 are removed. Thereafter, the wafer 1 is put into a reflow furnace for fusing and heating. Thus, a CCB bump 9 is formed.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

- [Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## PUBLICATION NUMBER

Japanese Patent Laid-Open No. 1-191451

## TITLE OF THE INVENTION

Production method of semiconductor device

## CLAIMS

1. A method for manufacturing a semiconductor device, comprising:

providing a contact hole which has a long internal circumference when depositing a base film in said contact hole, which is formed with the aperture formation on the surface of a semiconductor wafer, and bonding the CCB bump on the surface of said contact hole.

2. The method for manufacturing a semiconductor device according to the claim 1, wherein said CCB bump is made of tin and lead alloys.

## DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

## INDUSTRIAL APPLICATION FIELD

The present invention relates to the method for manufacturing a semiconductor device having the CCB bump. More particularly, it relates to the effective technology to improve the connection reliability of the CCB bump.

## PRIOR ART

The flip chip, which is provided by face-down bonding the semiconductor pellet on the implementation

board via the CCB bump joined on an aluminum (Al) electrode, has been considered as an appropriate implementation method for high-density implementation of the semiconductor device.

The pages from 104 to 106 in the "BASIC INTEGRATED CIRCUIT ENGINEERING)" issued in 1975 by the McGraw-Hill, Inc. describe how to manufacture the CCB bump.

The part describes that the spherical CCB bump can be manufactured by providing the contact hole on the protective layer of the Al wire of the semiconductor wafer (hereinafter called "wafer"), depositing the base film comprising metal layers, such as chromium (Cr), copper (Cu) and gold (Au), selectively soldering the alloy of tin (Sn) and lead (Pb), and then performing the wet back in the reflow furnace.

#### PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION

However, the problem that the electromigration in flip chip may cause a poor connection reliability of a CCB bump is pointed out.

When high current flow into the CCB bump, the electromigration occurs since Sn atoms and Pb atoms move. However, cavity is likely generated on the central part of the CCB bump since the density of current in fringe region (the outer layer part) is higher than the central part of the CCB bump and Sn atoms and Pb atoms in fringe region moves to the central part.

The cavity is gradually grown and the crack may be generated, so that defective conduction may occur and the connection reliability or life of the CCB bump may

be decreased.

Although the electromigration in the fringe part of the CCB bump was pointed out in the "national convention of Institute of Electronics and Communication Engineers of Japan meeting in 1981 featuring the consideration of the electromigration in the joint of large multichip module", the method to effectively prevent the decrease of CCB bump connection reliability caused by electromigration has not been found yet.

The present invention is directed to provide the technology that can prevent the poor connection reliability of the CCB bump caused by the electromigration.

The above-described characteristics and other characteristics of the present invention will be clarified with the description in this specification and the attached drawing.

#### MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS

The typical examples of this invention disclosed in application are described simply as follows.

That is, the semiconductor device has a form, wherein the long internal circumference is provided for a contact hole when depositing a base film in said contact hole, which is formed with the aperture formation on a semiconductor wafer, and bonding the CCB bump on the surface of the contact hole.

#### OPERATIONS

According to the above-mentioned process, the

circumference of the CCB bump jointing on the surface of the base film in the contact hole becomes longer, thus (1) the volume of the fringe part becomes larger than the volume of the central part when comparing the CCB bump manufactured with the above-mentioned process and the spherical CCB bump having the same volume. (2) The area of the fringe part becomes larger when comparing the CCB bump manufactured with the above-mention process and the spherical CCB bump having the same size area in the contact hole.

Therefore, (1) the current density flowing through the CCB bump relatively decreases, the electromigration in the fringe part can be prevented. (2) In addition, the contact resistance of the contact hole part can be kept low.

#### EXAMPLES

The figure 1 (a) to (d) shows the production method of the semiconductor device and the FIG. 1 (a), (c) and (d) are sectional view of a wafer and the FIG. 1 (b) is the enlarged perspective diagram of a wafer to show the shape of the contact hole.

At first, the predetermined integrated circuit pattern (not shown) is formed on a circuit forming area according to the standard wafer process and the 5isNa film 2 is deposited on the surface of the wafer with the plasma CVD method.

Next, a predetermined holes are provided on the Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> and the film 2 with the photoresist or dry etching to expose the Al wire 3, and then the glass overcoat 4

consisting of  $5\text{in}^2$  is deposited on the surface of the wafer 1 with the sputtering (FIG. 1 (a)).

Then, a photoresist is deposited on the surface of the glass overcoat 40 and the contact hole 5 can be formed by performing the wet etching while using the above-mentioned photoresist as a mask.

In this case, the comb-teeth shape contact hole can be formed by making the mask pattern of the photoresist as the comb-shaped teeth as shown in FIG. 1 (b).

The contact hole 5 manufactured with the above-mentioned process has many uneven surfaces, so that it has longer internal circumference compared with the conventional spherical contact hole with the same volume.

The metal layers comprising, such as chromium (Cr), copper (Cu) and gold (Au), are deposited on the inner surface of the contact hole 5 and the photoresist is deposited on the surface of the wafer 1. The top part of the contact hole is opened with the etching process and the solder layer 8 comprising tin (Sn) and lead (Pb) is deposited on the surface of the hole. (FIG. 1(C))

The unnecessary solder layer deposited on the photo resist 7 is removed with the lift off process and the solder layer 8 is melted by transferring the wafer 1 in the reflow furnace to form the CCB bump 9.

The following advantage can be obtained by mounting the planar or comb-teeth shape wafer 1 on the mounting substrate after splitting into the pellet.

(1) Since the CCB bump 9 formed in the teeth-shaped contact hole has long external circumference, the volume

of the fringe part becomes larger than the volume of the central part when comparing the CCB bump manufactured with the above-mentioned process and the spherical CCB bump having the same volume. The area of the fringe part becomes larger when comparing the CCB bump manufactured with the above-mentioned process and the spherical CCB bump having the same size area in the contact hole.

Therefore, the density of the current flowing through the CCB bump 9 becomes relatively low, the electromigration in the fringe part can be prevented.

(2) With the reason of (1), the connection reliability and the life of the CCB bump increases and the semiconductor with high reliability can be provided.

In addition, the contact resistance of the contact hole part can be kept low.

Although the invention has been described in its preferred form, it is understood that the invention is not limited to the specific embodiments, so that various changes and modifications may be made in the invention without departing from the spirit and scope thereof.

For example, the contact hole having any shapes other than the comb-teeth shape can be used at least the contact hole has a long internal circumference.

Even if the contact hole has planar form as shown in the FIG. 2(a) and (b), the internal circumference of the CCB is longer than the one of the spherical CCB bump. Therefore, the same advantage as the embodiment can be obtained.

#### EFFECTS OF THE INVENTION

The typical examples of this invention disclosed in application are described simply as follows.

By providing long internal for a contact hole when depositing a base film in the contact hole, which is formed with the aperture formation on a semiconductor wafer, and bonding the CCB bump on the surface of the contact hole, the external circumference of the CCB bump formed in the contact hole becomes long. Thus, the CCB bump, wherein the volume of the fringe part is larger than the central part, can be obtained.

As a result, the density of the current flowing through the CCB bump becomes relatively low, so that the electromigration in the fringe part can be prevented. Therefore, the connect reliability of the CCB bump increases.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 (a) to (d) shows the production method of the semiconductor device,

FIG. 1 (a), (c) and (d) are sectional view of a wafer,

FIG. 1 (b) is the enlarged perspective diagram of a wafer showing the shape of the contact hole, and

FIG. 2 (a) and (b) is the plane view showing the form of the contact hole in other embodiments of this invention.

1... semiconductor wafers,

2.. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> film

3...Al wire

- 4... Glass overcoats
- 5... Contact hole
- 6...Base film
- 7...Photoresist
- 8...Solder layer
- 9...CCB bump

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

平1-191451

⑫ Int. Cl.

H 01 L 21/92

識別記号

府内整理番号

C-6708-5F

⑬ 公開 平成1年(1989)8月1日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑮ 特願 昭63-14435

⑯ 出願 昭63(1988)1月27日

⑰ 発明者 英 善 明 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

⑰ 発明者 高橋 貴彦 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

⑰ 発明者 宇田 隆之 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

⑰ 出願人 株式会社日立製作所

⑰ 代理人 弁理士 小川 勝男 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地外1名

明細書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 半導体ウエハの表面に開口形成されたコンタクトホール内に下地膜を被着形成してその表面にCCBバンプを接合するに際し、前記コンタクトホールの内周長を長くすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

2. CCBバンプがスズ-鉛合金からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、CCBバンプを有する半導体装置の製造技術に関し、CCBバンプの接続信頼性向上に適用して有効な技術に関するものである。

(従来の技術)

アルミニウム(AI)電極上に接合されたCCBバンプ(Bump, 突起電極)を介して半導体ベレッ

トを実装基板などにフェイスダウンボンディングする、いわゆるフリップチップは、半導体装置の高密度実装に好適な実装方式として注目されている。

上記CCBバンプの形成法については、1975年、マグロウヒル社 (McGraw-Hill, Inc.) 発行、「ベーシック・インテグレーティッド・ナーキット・エンジニアリング (BASIC INTEGRATED CIRCUIT ENGINEERING)」P104~P106に記載がある。

その概要は、半導体ウエハ (以下、ウエハといふ) のAI配線を覆っている表面保護膜にコンタクトホールを形成し、このコンタクトホール内にクロム(Cr) / 鉛(Cu) / 金(Au)などの金属層からなる下地膜 (BLM; Bump Limiting Metallurgy) を被着形成した後、さらにこの下地膜の表面にスズ(Sn) / 鉛(Pb) 合金などの半田を選択的に蒸着し、次いで、リフロー炉内でウェットバックを行って球状のCCBバンプを形成するというものである。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上記フリップチップにおいては、エレクトロマイグレーションによるCCBパンプの接続信頼性の低下、という問題が指摘されている。

すなわち、CCBパンプ内を大電流が流れると、CCBパンプを構成するSn原子やPb原子が移動する、いわゆるエレクトロマイグレーションが発生するが、CCBパンプ内を流れる電流の密度がCCBパンプの中心部よりも周縁部（表層部）でより高くなる傾向があるため、周縁部のSn原子やPb原子が移動してそこに空隙部が生じ易くなる。

そして、この空隙部が次第に成長し、CCBパンプにクラックが生じて導通不良を引き起こすなど、CCBパンプの接続信頼性が寿命が低下してしまうことになる。

このような、CCBパンプの周縁部に発生するエレクトロマイグレーションについては、例えば、「昭和56年度電子通信学会半導体材料部門全国

うな形状とするものである。

## 〔作用〕

上記した手段によれば、コンタクトホール内の下地膜表面に接合されるCCBパンプの外周長が長くなるため、①体積が等しい球状のCCBパンプと比較すると、周縁部の体積が中心部の体積に比べて相対的に大きくなる。②また、コンタクトホール内の面積が等しいCCBパンプと比較すると周縁部面積が大きくなる。

これにより、①CCBパンプの周縁部に流れる電流密度が相対的に低くなるため、周縁部でのエレクトロマイグレーションの発生が防止される。②また、コンタクトホール部の接触抵抗も低い状態に保存できる。

## 〔実施例〕

第1図(a)～(d)は、本発明の一実施例である半導体装置の製造方法を工程順に示すものであり、第1図(a)、(c)および(d)は、ウエハの要部断面図、第1図(b)は、コンタクトホールの形状を示すウエハの要部拡大斜視図である。

## 特開平1-191451(2)

大会・「大規模マルチチップモジュールの接続部でのエレクトロマイグレーション発生の考察」などにおいて指摘されているが、このエレクトロマイグレーションに起因するCCBパンプの接続信頼性の低下を有効に防止する対策は未だ見出されていないのが現状である。

本発明の目的は、上記したエレクトロマイグレーションに起因するCCBパンプの接続信頼性の低下を有効に防止することができる技術を提供することにある。

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

## 〔課題を解決するための手段〕

本頭において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次の通りである。

すなわち、半導体ウエハの表面保護膜に開口形成されたコンタクトホール内に下地膜を被着形成してその表面にCCBパンプを接合するに際し、上記コンタクトホールをその内周長が長くなるよ

ます、通常のウエハプロセスに従ってウエハ1の回路形成領域に所定の集積回路パターン（図示せず）を形成し、その表面に、例えば、プラズマCVD法によりSi<sub>n</sub>膜2を被着形成する。

次いで、ホトレジスト／ドライエッティングにより、上記Si<sub>n</sub>膜2の所定個所を穴開けしてA&配線3を露出させた後、例えば、スパッタリングにより、ウエハ1の表面にSiO<sub>2</sub>からなるガラス保護膜4を被着形成する（第1図(a)）。

次いで、上記ガラス保護膜4の表面にホトレジストを被着形成し、これをマスクとしてウエットエッティングを行い、コンタクトホール5を形成する。

その後、上記ホトレジストのマスクパターンをくし歯状とすることにより、第1図(b)に示すように、平面形状がくし歯状をなすコンタクトホール5が得られる。

このようにして得られたコンタクトホール5は、その内壁に多数の凹凸面が形成されるため、従来のような円形のコンタクトホールと比較すると、

容積が同一であっても、その内周長が確かに長いものとなる。

次に、上記コンタクトホール5の内周面に、例えば、クロム(Cr)／銅(Cu)／金(Au)などの薄い金属層からなる下地膜6を蒸着形成した後、ウエハ1の表面にホトレジスト7を被着形成し、エッチングによりコンタクトホール5の上方を開口して下地膜6を露出させ、その表面にスズ(Sn)および鉛(Pb)からなる半田膜8を蒸着形成する(第1図(c))。

次いで、上記ホトレジスト7およびその表面に被着した不要の半田膜8をリフト・オフ法によって除去した後、ウエハ1をリフロー炉内に搬入して半田膜8を溶融加熱することにより、CCBパンプ9が形成される。

このように、コンタクトホール5の平面形状がくし歯状となったウエハ1をペレットに分割して実装基板などに搭載することにより、下記のような効果を得ることができる。

#### (1). 平面形状がくし歯状をなすコンタクトホール

例えば、コンタクトホールは、その内周長の長い形状であれば、くし歯状のものに限定されるものではなく、それ以外の種々の形状のものが適用可能である。

例えば、第2図(a)、(b)に示すような平面形状を有するコンタクトホールにおいても、その内周長が球状のCCBパンプのそれよりも長くなるため、前記実施例と同様の効果が得られる。

#### 【発明の効果】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記の通りである。

すなわち、半導体ウエハの表面保護膜に開口形成されたコンタクトホール内に下地膜を被着形成してその表面にCCBパンプを接合するに際し、上記コンタクトホールをその内周長が長くなるような形状とすることにより、このコンタクトホール内に形成されるCCBパンプの外周長が長くなるため、周縁部の体積が中心部の体積に比べて相対的に大きいCCBパンプが得られる。

#### 特開平1-191451(3)

5の内部に形成されたCCBパンプ9は、その外周長が長くなるため、体積が等しい球状のCCBパンプと比較した場合、周縁部の体積が中心部の体積に比べて相対的に大きくなる。

また、コンタクトホール内の面積が等しいCCBパンプと比較すると、周縁部面積が大きくなる。

これにより、CCBパンプ9の内部を電流が流れる際、その周縁部の電流密度が相対的に低くなるため、周縁部におけるエレクトロマイグレーションの発生が防止される。

(2). 上記(1)により、CCBパンプの接続信頼性および寿命が向上し、信頼性の高い半導体装置が得られる。

また、コンタクトホール部の接触抵抗も低い状態に保存できる。

以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

その結果、CCBパンプ内の周縁部に流れる電流密度が相対的に低くなり、周縁部でのニレクトロマイグレーションの発生が防止されることから、CCBパンプの接続信頼性が向上する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)～(d)は本発明の一実施例である半導体装置の製造方法を工程順に示すもの、

第1図(a)、(c)および(d)はウエハの要部断面図、

第1図(b)はコンタクトホールの形状を示すウエハの要部拡大斜視図、

第2図(a)、(b)は本発明の他の実施例におけるコンタクトホールの形状を示す平面図である。

1…半導体ウエハ、2…Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>膜、3…Al配線、4…ガラス保護膜、5…コンタクトホール、6…下地膜、7…ホトレジスト、8…半田膜、9…CCBパンプ。

代理人弁理士 小川勝男



特開平1-191451(4)

